

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. April 2004 (22.04.2004)

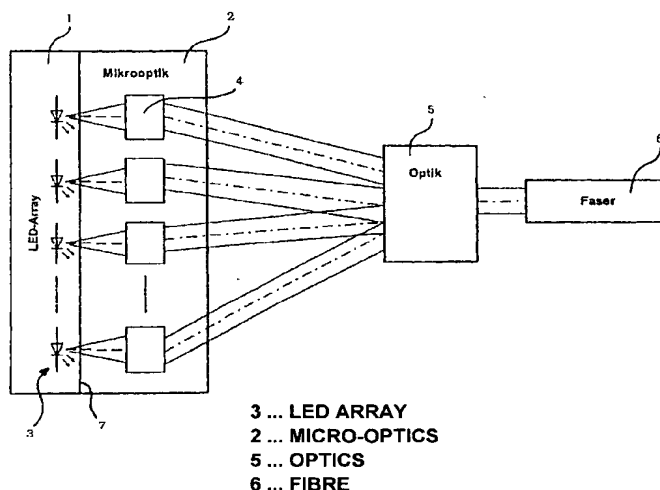
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/034112 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G02B 6/42**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008441
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. Juli 2003 (30.07.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 45 526.0 30. September 2002 (30.09.2002) DE
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **KELLER, Manfred**
[DE/DE]; Robert Meyer Weg 12, 79359 Riegel (DE).
- (74) Anwalt: **MÜLLER, Frithjof, E.**; Müller, Hoffmann &
Partner, Innere Wiener Strasse 17, 81667 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaat (*national*): US.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von*
US): **LITEF GMBH** [DE/DE]; Lörracher Str. 18, 79115
Freiburg (DE).

(54) Title: SPECTRAL BROADBAND AND A HIGH EFFICIENCY LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung: SPEKTRAL BREITBANDIGE LICHTQUELLE HOHER LICHTLEISTUNG



(57) Abstract: The inventive spectral broadband and a high efficiency light source used for fibre optics comprises a combination of many adjacent surface emitting luminescent diodes (DEL) (3) having a high brightness and arranged on a wafer or chip thereby forming a monolithic array, and a micro-optical array (4) which is disposed on a radiating face before the monolithic LED linear array and used for focalising the light beams emitted by the LED. Another optical convergence element (5), in particular spherical lens is used for optimising light injection into a predetermined optical fibre (6). Said spectral broadband source is particularly adapted to substitute in a relatively low-cost manner superluminescent diodes in fibre-optic detectors, in particular for fibre-optic gyroscopes.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/034112 A1



(57) Zusammenfassung: Eine spektral breitbandige Lichtquelle hoher Lichtleistung für faseroptische Anwendungen umfasst gemäss der Erfindung die Kombination von mehreren als monolithisches Array von benachbarten oberflächenemittierenden, lichtstarken, auf einem Wafer oder Chip angeordneten LEDs (3), eines vor dem monolithischen LED-Linear-Array auf der Abstrahlseite angeordneten Mikrooptik-Arrays (4) zur Strahlbündelung der von den LEDs ausgehenden Lichtstrahlen sowie die Verwendung einer weiteren Sammeloptik (5), insbesondere eine Kugellinse, zur Optimierung der Leistungseinkopplung in eine jeweils vorgesehene Faser (6). Die erfindungsgemässe breitbandige Lichtquelle eignet sich insbesondere als vergleichsweise preiswerter Ersatz für Superlumineszenzioden in faseroptischen Sensoren, insbesondere in faseroptischen Gyroskopen.

1 **Spektral breitbandige Lichtquelle hoher Lichtleistung**

Die Erfindung betrifft eine Lichtquelle spektraler Breitbandigkeit mit hoher Lichtleistung für faseroptische Anwendungen, insbesondere für den Einsatz in faseroptischen Interferometern oder faseroptischen Gyroskopen (FOGs).

Bisher werden in faseroptischen Sensoren, insbesondere in FOGs, Superlumineszenz-Dioden als Lichtquelle verwendet, um die beiden zentralen Anforderungen von spektraler Breitbandigkeit einerseits und ausreichender in die Faser einzukoppeln-der Lichtleistung andererseits zu garantieren. Solche Lichtquellen sind Spezialbauteile, die aufgrund ihrer geringen Stückzahl vergleichsweise sehr teuer sind. Handelsübliche, billige Alternativen wären lichtemittierende Dioden (LEDs) oder Laserdioden (LDs). LEDs erfüllen das Leistungskriterium nicht, LDs andererseits weisen nicht die zu fordernden spektralen Eigenschaften auf.

Der Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, eine spektral breitbandige Lichtquelle hoher Lichtleistung für faseroptische Anwendungen zur Verfügung zu stellen, die sich in einem wirtschaftlichen automatischen Massenherstellungsprozess und damit in großen Stückzahlen preisgünstig herstellen lässt.

Eine spektral breitbandige Lichtquelle mit vergleichsweise hoher Lichtleistung für faseroptische Anwendungen, insbesondere für faseroptische Sensoren, ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch ein auf einem Substrat, insbesondere einem Wafer oder Chip angeordnetes monolithisches Linear-Array von benachbarten oberflächenemittierenden LEDs, eine vor dem monolithischen LED-Linear-Array auf der Abstrahlseite in vorgegebenem Abstand angeordnete Mikrooptik mit den LED-Elementen individuell zugeordneten optischen Funktionen derart, dass die Abstrahlung der einzelnen LEDs auf eine zur Optimierung der in eine optische Faser ein-koppelbaren Lichtleistung auf eine vor der Einkoppelstelle der Faser angeordnete Optik-Einheit gebündelt wird.

Vorzugsweise ist die Optik-Einheit als eine an einem Lichteinstrahlende der Faser angeordnete Kugellinse ausgebildet.

Außer für faseroptische Sensoren eignet sich die Erfindung auch vorteilhaft für bestimmte Anwendungen in der Messtechnik, insbesondere in der Telekommunikation, d. h. überall dort, wo eine spektrale Breitbandigkeit benötigt wird, z. B. bei der

1 Vermessung/Einmessung von WDM- oder DWDM-Systemen.

Der Erfindungsgedanke besteht also in der geeigneten Kombination von mehreren grundsätzlich zur Verfügung stehenden Techniken und Elementen, nämlich

5

- leistungsstarken LEDs,
- präzisen Mikrooptiken zur Strahlbündelung der von den einzelnen LEDs abgegebenen Lichter, und
- einer geeigneten weiteren Optik zur optimierten Einkoppelung der gebündelten Lichtleistung in eine optische Faser.

10

Die eigentliche Lichtquelle ist ein Array, vorzugsweise ein Linsen-Array in Kombination mit leistungsstarken, oberflächenemittierenden LEDs. Mit diesen lässt sich das Kriterium der spektralen Breitbandigkeit erfüllen. Solche LEDs können auf dem gemeinsamen Wafer komplett getestet werden. Das Array besteht aus in geringem Abstand benachbarten LEDs auf dem Wafer, deren jeweilige Anzahl durch die nachfolgenden optischen Einheiten zur Strahlablenkung und Fokussierung sowie durch die erforderliche Lichtleistung bestimmt wird.

15

20 Auf dem monolithischen LED-Array wird eine spezielle Mikrooptik angebracht. Diese besteht aus einem Array einzelner optischer Funktionen, um die mehr oder weniger räumliche Abstrahlung der einzelnen LEDs auf dem Chip in eine jeweils parallele Abstrahlung zu bündeln. Durch diese Summierung der individuellen Lichtleistungen der einzelnen LEDs wird das Kriterium der erwünschten hohen Lichtleistung erfüllt. Durch die Verwendung neuester Verfahren aus den Bereichen der Mikrooptik erreicht man komplexe optische Funktionalität bei gleichzeitig sehr guter Anpassung an das LED-Array. Die Bündelung erfolgt dabei sehr präzise in Anpassung auf die einzelnen LEDs des Arrays und wird gegebenenfalls für jede dieser LEDs des Arrays hinsichtlich der Abstrahlrichtung optimiert. Diese Anforderungen lassen sich mit einer Mikrooptik sehr gut, nämlich monolithisch in einem einzigen Modul realisieren. Eine weitere Optikeinheit, z. B. eine auf der Faser stirnseitig angebrachte Kugellinse dient zur Strahlbündelung und zur Optimierung der Einkoppelung in die Faser.

25

30

35 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung der **Fig. 1** (einzige Figur) in Einzelheiten erläutert.

1 Auf einem Substrat 1, insbesondere einem geeigneten Wafer oder Chip-Substrat ist
entlang einer Bezuglinie oder Kante 7 ein Linear-Array von vorzugsweise gleich be-
abstandeten leistungsstarken und oberflächenemittierenden LEDs ausgebildet, die
alle unmittelbar auf dem Wafer mit bekannten Testverfahren komplett getestet wer-
5 den können. In Abstrahlrichtung der LEDs 3 befindet sich in einem geringen Ab-
stand ein Linsen-Array 4 einer Mikrooptik, deren einzelne Elemente 4 jeweils auf
eine der LEDs 3 ausgerichtet sind. Die Optikelemente des Linsen-Arrays 4 ihrer-
seits sind so gestaltet und ausgerichtet, dass die Lichtstrahlen der einzelnen LED-
Elemente 3 auf eine Sammeloptik 5 fokussiert werden, die vorzugsweise eine vor
10 oder auf einer optischen Faser 6 angeordnete Sammeloptik 5, beispielsweise eine
Kugellinse ist.

Mit der Erfindung werden folgende wesentliche Vorteile erreicht:

- 15 1. Wesentliche Bearbeitungs- und Testschritte können als Batch-Processing
durchgeführt werden. Dies führt zu deutlich geringeren Herstellungskosten,
insbesondere bei der Chip-Herstellung und im Vergleich zu den Herstellungs-
kosten für eine einzelne Superlumineszenzdiode mit vergleichbaren Eigenschaf-
ten.
- 20 2. Die Herstellung des Chips mit dem LED-Linear-Array und dem Linsen-Array er-
folgt mit bekannten Prozessen einer Massenfertigung.
- 25 3. Die Chips können vergleichsweise einfach an den jeweils aktuellen Stand der
Technik angepasst werden, um ein Wachstumspotential dieser neuen Technik
einfach zu nutzen, die im Prinzip von einer Mehrzahl von Chip-Herstellern heu-
te beherrscht wird.

30

35

1 Patentansprüche

1. Spektral breitbandige Lichtquelle hoher Lichtleistung für faseroptische Anwendungen,

5 gekennzeichnet durch

- ein auf einem Substrat, insbesondere einem Wafer oder Chip angeordnetes monolithisches Linear-Array von benachbarten oberflächenemittierenden LEDs (3);

- eine vor dem monolithischen LED-Linear-Array auf der Abstrahlseite in vorgegebenem Abstand angeordnetes Mikrooptik-Array (4) mit den LED-Elementen

10 individuell zugeordneten optischen Funktionen derart, dass die Abstrahlung der einzelnen LEDs auf eine zur Optimierung der in eine optische Faser einkoppelbaren Lichtleistung auf eine vor der Einkoppelstelle der Faser angeordnete Optik-Einheit (5) gebündelt wird.

15 **2.** Spektral breitbandige Lichtquelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Optik-Einheit (5) als eine an einem Lichteinstrahlende der Faser (6) angeordnete Sammeloptik, insbesondere als Kugellinse ausgebildet ist.

20

25

30

35

1/1

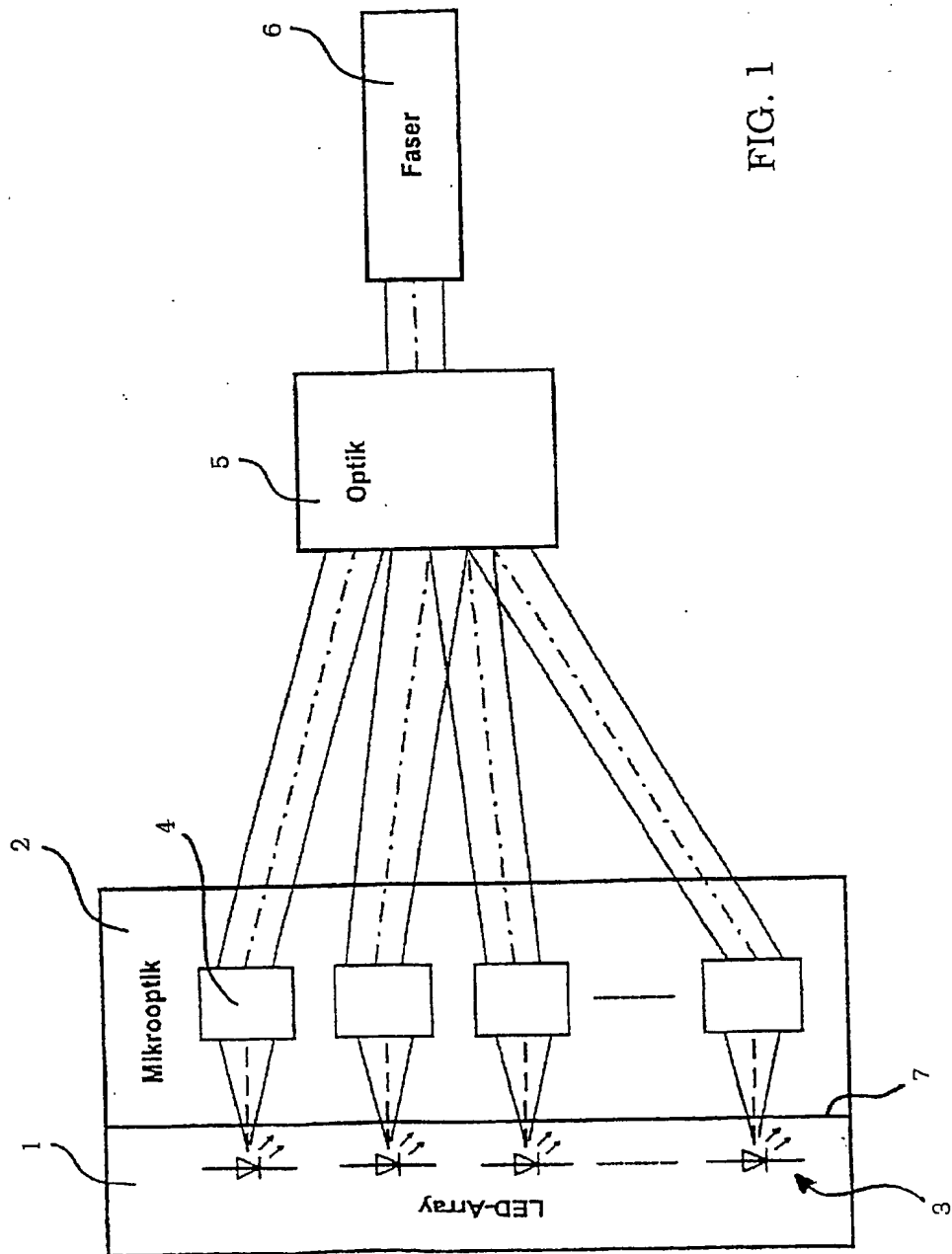


FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08441

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B6/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 09, 30 September 1997 (1997-09-30) & JP 09 127424 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP), 16 May 1997 (1997-05-16) abstract | 1,2 |
| A | US 2001/012047 A1 (OSAWA YASUHIRO ET AL) 9 August 2001 (2001-08-09) figure 3 paragraph '0051! | 1 |
| X | US 5 369 661 A (YAMAGUCHI SATOSHI ET AL) 29 November 1994 (1994-11-29) figure 6 column 5, line 49 - line 65 | 1,2 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 October 2003

Date of mailing of the international search report

06/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Luck, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/08441

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|---|----|---------------------|----------------------------|------------|---------------------|
| JP 09127424 | A | 16-05-1997 | JP | 3228098 B2 | 12-11-2001 |
| US 2001012047 | A1 | 09-08-2001 | JP | 11078115 A | 23-03-1999 |
| | | | JP | 11150305 A | 02-06-1999 |
| US 5369661 | A | 29-11-1994 | JP | 4255280 A | 10-09-1992 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 03/08441

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G02B6/42

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 09, 30. September 1997 (1997-09-30) & JP 09 127424 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP), 16. Mai 1997 (1997-05-16) Zusammenfassung | 1,2 |
| A | US 2001/012047 A1 (OSAWA YASUHIRO ET AL) 9. August 2001 (2001-08-09) Abbildung 3 Absatz '0051! | 1 |
| X | US 5 369 661 A (YAMAGUCHI SATOSHI ET AL) 29. November 1994 (1994-11-29) Abbildung 6 Spalte 5, Zeile 49 - Zeile 65 | 1,2 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Oktober 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/11/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Luck, W

INTERNATIONALER RESEARCHERBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationalen Kennzeichen

PCT/EP 03/08441

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| JP 09127424 | A | 16-05-1997 | JP | 3228098 B2 | 12-11-2001 |
| US 2001012047 | A1 | 09-08-2001 | JP | 11078115 A | 23-03-1999 |
| | | | JP | 11150305 A | 02-06-1999 |
| US 5369661 | A | 29-11-1994 | JP | 4255280 A | 10-09-1992 |